

УДК 616.314.163-74:615

DOI <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-48-2.9>**Ю.В. Турчин,**

приватна практика «Стоматологічна клініка Турчина»,
Оболонський проспект, 40, м. Київ, Україна,
індекс 041214, turchun86@gmail.com

М.Ю. Гончарук-Хомин,

PhD, доктор філософії,
завідувач кафедри терапевтичної стоматології,
академічний редактор *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*,
Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16а,
м. Ужгород, Україна, індекс 88000,
myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНУСНО-ПРОМЕНЕВОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДРУГОГО МЕЗІО-ЩІЧНОГО КАНАЛУ (MB2) В СТРУКТУРІ ПЕРШИХ МОЛЯРІВ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ

Мета дослідження. Оцінити поширеність другого мезіо-щічного каналу (MB2) в структурі перших молярів верхньої щелепи за даними конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ), а також встановити діагностичну значимість томографічних зрізів різної товщини для верифікації MB2-каналу. **Матеріали та методи.** План дослідження передбачав аналіз 100 томограм стоматологічних пацієнтів, досліджуваними об'єктами в структурі котрих виступали перші моляри верхньої щелепи з лівої сторони. Аналіз відібраних томограм проводився у спеціалізованому програмному забезпеченні *Planmeca Romexis® Viewer* з використанням функції зміни товщини зрізів в наступній градації: 0,2 мм, 0,4 мм, 0,6 мм, 0,8 мм, 1,0 мм, 1,2 мм, 2,0 мм. Для підвищення можливостей верифікації MB2 стандартне позиціонування координатних площин було змінено, і осі були виставлені з урахуванням особливостей морфології мезіо-щічного кореня верхнього моляра зліва (інтерактивне позиціонування). **Наукова новизна.** Поступове збільшення товщини зрізу призводило до наступних змін поширеності верифікації MB2 у структурі досліджуваної вибірки томограм: 0,2 мм – 68%, 0,4 мм – 62%, 0,6 мм – 56%, 0,8 мм – 52%, 1 мм – 50%, 1,2 мм – 44%, 2,0 мм – 30%. По відношенню до вихідного обсягу кожної вікової групи, найбільшою частотою верифікації MB2 характеризувались пацієнти віком 25–44 роки – 83,3%, в порівнянні з якою поширеність ідентифікації другого мезіально-щічного каналу була виражено меншою у всіх інших групах: 61,54% у віковій підгрупі до 25 років, 64,10% у віковій групі 44–60 років та 41,66% у віковій підгрупі 60–75 років. **Висновки.** За даними аналізу томографічних зрізів з товщиною в 0,2 мм поширеність MB2 серед стоматологічних

пацієнтів різних вікових груп сягає 68%, характеризуючись порівняно однаковою частотою діагностики серед осіб чоловічої та жіночої статей. Зростання товщини зрізу від 0,2 мм до 2,0 мм провокує 2,26-кратне зменшення діагностичної можливості ідентифікації другого мезіо-щічного каналу у структурі першого моляра верхньої щелепи. Наявність MB2 у одному з перших молярів верхньої щелепи за даними КПКТ асоційовано з високим шансом наявності такого ж каналу у структурі симетричного зуба.

Ключові слова: ендодонтія, конусно-променева комп'ютерна томографія, другий мезіо-щічний канал, воксель.

Yu. V. Turchyn,

private practice "Turchyn Dental Clinic",
Obolonskyi prospect, 40, Kyiv, Ukraine, postal code 041214,
turchun86@gmail.com

M. Yu. Goncharuk-Khomyn,

PhD, Head of Department of Restorative Dentistry,
Academic Editor of *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, State High Educational Institution «Uzhhorod National University», 16a Universitetska street,
Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000,
myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua

POSSIBILITIES OF USING CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY FOR SECOND MESIO-BUCCAL CANAL (MB2) IDENTIFICATION IN THE STRUCTURE OF THE FIRST MAXILLARY MOLARS

Purpose of the study. To estimate the prevalence of the second mesio-buccal canal (MB2) in the structure of the maxillary first molars according to the data obtained with cone-beam computed tomography (CBCT), as well as to establish the diagnostic significance of tomographic scans of different thicknesses for the verification of the MB2-canal. **Research methods.** The research plan included the analysis of 100 tomograms of dental patients, the studied objects in the structure of which were the first molars of the upper jaw on the left side. The analysis of the selected tomograms was carried out in the specialized software *Planmeca Romexis® Viewer* using the function of changing the thickness of the scans in the following gradation: 0,2 mm, 0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm, 2,0 mm. In order to increase the verification possibilities of MB2, the standard positioning of the coordinate planes was changed, and the axes were displayed taking into account the peculiarities of the morphology of the mesio-buccal root of the maxillary upper molar on the left side (interactive positioning). **Scientific novelty.** A gradual increase in the thickness of the scans led to the following changes in the prevalence of MB2 verification in the structure of the studied tomograms sample: 0,2 mm – 68%, 0,4 mm – 62%, 0,6 mm – 56%, 0,8 mm – 52%, 1,0 mm – 50%, 1,2 mm – 44%, 2,0 mm – 30%. In relation to the initial amount of each age group, the highest frequency of MB2 verification was found for patients aged 25–44 years – 83,3%, in comparison with which the

prevalence of second mesial-buccal canal identification was markedly lower in all other groups: 61,54% in age group of under 25 years, 64,10% in the age group 44–60 years and 41,66% in the age group 60–75 years.

Conclusions. According to the analysis of tomographic scans with a thickness of 0,2 mm, the prevalence of MB2 among dental patients of different age groups reaches 68%, characterized by a relatively equal frequency of diagnosis among men and women. An increase in the scan thickness from 0,2 mm to 2,0 mm provokes a 2.26-fold decrease in the diagnostic possibility of identifying the second mesio-buccal canal in the structure of the maxillary first molar. The presence of MB2 in one of the first molars of the maxilla according to the CBCT data is associated with a high chance of same canal presence within the structure of a symmetrical tooth.

Key words: endodontics, cone-beam computer tomography, second mesio-buccal canal, voxel.

Постановка проблеми. Успішність первинного ендодонтичного лікування в значній мірі залежить від низки факторів, пов'язаних як з дотриманням коректного протоколу цільового втручання в цілому (належна ізоляція, рентгенологічний контроль, досягнення належного рівня прохідності та інше), так і з адекватною хемо-механічною обробкою усієї системи магістральних кореневих каналів та суміжних колатералей [1, 2, 3]. Одними із найбільш проблемних зубів з точки зору забезпечення якісного ендодонтичного лікування залишаються моляри верхньої щелепи, які характеризуються специфічними особливостями будови ендодонту та потенційними варіаціями його структури [4, 5, 6]. Значною клінічною дилемою в сучасній ендодонтичній практиці залишається другий мезіо-щічний канал верхніх молярів, оскільки пошук та належна обробка такого потребують не тільки відповідних мануальних навичок, але й відповідних знань щодо специфіки застосування цільових діагностичних прийомів, просторового мислення та розуміння послідовності реалізації різних тактик терапевтичного втручання, виходячи з індивідуальних умов кожної окремої клінічної ситуації [7, 8, 9].

Згідно даних систематичного огляду низки епідеміологічних досліджень було встановлено, що поширеність MB2 за даними конусно-променевої комп'ютерної томографії варіює в діапазоні 64,5%-74,8% у структурі перших молярів верхньої щелепи, сягаючи середніх значень в 69,6% [7]. Аналіз глобальної поширеності MB2 каналу у структурі перших молярів, встановлений в ході мультицентричного дослідження, встановив, що діапазон такої сягає 48,0%-97,6% і варіює у різних географічних регіонах та серед різних демографічних вибірок [10]. Мета-аналіз продемонстру-

вав статистично значимі девіації поширеності MB2 каналу у специфічних популяціях в порівнянні із встановленою глобальною поширеністю (64,76% проти 73,8%) [11].

При цьому ризик розвитку апікального періодонтиту в області верхніх молярів виявився в 5,5 разів вищий при відсутності адекватного лікування саме другого мезіо-щічного каналу в порівнянні із ситуаціями, коли хемо-механічна обробка такого була виконана у відповідності до загальноприйнятих протоколів [12].

Відтак враховуючи поширеність та клінічну значущість другого мезіо-щічного каналу для прогнозу ендодонтичного лікування молярів верхньої щелепи, доцільною є оцінка можливості його верифікації з використанням різних діагностичних підходів, включаючи метод конусно-променевої компютерної томографії, як такого, що дозволяє верифікувати структури розміром до 1 мм, використовуючи для цього відповідну товщину зрізу.

Мета дослідження. Оцінити поширеність другого мезіо-щічного каналу в структурі перших молярів верхньої щелепи за даними конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ), а також встановити діагностичну значимість томографічних зрізів різної товщини для верифікації MB2-каналу.

Матеріали та методи дослідження. Дизайн даного дослідження включав проведення ретроспективного цільового аналізу томограм пацієнтів приватної стоматологічної клініки «Стоматологічна клініка Турчина» (м. Київ, Україна). План дослідження передбачав аналіз томограм 100 стоматологічних пацієнтів, досліджуваними об'єктами в структурі котрих виступали перші моляри верхньої щелепи з лівої сторони. Наявна база томограм, з якої проводився набір для досліджуваної вибірки, представляла собою діагностичні дані конусно-променевої комп'ютерної томографії, усі з яких були отримані в результаті діагностики пацієнтів на одному і тому ж апараті Planmeca ProMax® 3D Classic (технічні характеристики: напруга на аноді -60–90 kV, сила струму на аноді – 1-14 mA, фокальна точка – 0,5 мм, детектор зображення – плоска панель, отримання зображення – одиночна ротація на 200 градусів, час сканування – 9-37 секунд, час реконструкцій – 2-25 секунд, максимальний розмір ділянки дослідження – Ø11 x 8 см) з використанням стандартних підходів до позиціонування.

Вибір сторони щелепи не становив принципової значимості, проте з метою уніфікації умов дослідження була обрана ліва сторона верхньої щелепи; додатково проводився аналіз першого

моляра з правої сторони верхньої щелепи для оцінки шансів верифікації в його структурі MB2 каналу, при наявності такого в структурі первинно-обраного об'єкта дослідження (першого моляра з лівої сторони), як симетричного зуба. Критеріями включення томограм стоматологічних пацієнтів до досліджуваної вибірки виступали наступні: 1) наявність на томографічних зрізах першого моляра верхньої щелепи з лівої сторони без виражених фрагментацій його структури, що потенційно могли бути пов'язані з обмеженою можливістю візуалізації; 2) відсутність рентгенологічних ознак попередньо проведеного ендодонтичного лікування в структурі першого моляра верхньої щелепи з лівої сторони; 3) відсутність виражених дисторсій та артефактів різного походження, які компрометують можливості для цільового аналізу структури першого моляра верхньої щелепи зліва на томографічних зрізах; 4) згода пацієнта на можливість проведення аналізу його томограми дослідником за умов збереження повної анонімізації даних та з обмеженим доступом до параметрів лише віку та статі пацієнта, засвідчена підписаною інформованою згодою. Покази, за якими пацієнтам, попередньо було проведено конусно-променеву комп'ютерну томографію, не уточнялись, однак жодного додаткового рентгенологічного обстеження не було проведено пацієнтам в ході виконання даного наукового дослідження.

Аналіз відібраних томограм, а саме їх аксіальних зрізів, проводився у спеціалізованому програмному забезпеченні Planmeca Romexis®

Viewer з використанням функції зміни товщини зрізів в наступній градації: 0,2 мм, 0,4 мм, 0,6 мм, 0,8 мм, 1 мм, 1,2 мм, 2,0 мм (рис. 1).

Для підвищення можливостей верифікації MB2 стандартне позиціонування координатних площин було змінено, і осі були виставлені з урахуванням особливостей морфології мезіо-щічного кореня верхнього моляра лівої щелепи зліва (інтерактивне позиціонування).

Групування та опрацювання чисельних даних проводилося у табличному редакторі Microsoft Excel 2019 (Microsoft Office, Microsoft, США).

Результати та їх обговорення. Сформована вибірка досліджуваних томограм характеризувалась наступним розподілом щодо приналежності пацієнтам різної статі: 59 томограм належали пацієнтам чоловічої статі, в той час як 41 – пацієнтам жіночої статі. При цьому віковий розподіл пацієнтів, котрим належали томограми, які підлягали послідовному аналізу з метою потенційної верифікації MB2 каналу характеризувався наступним паєрном: до 25 років – 13 осіб (13%), 25–44 роки – 36 осіб (36%), 44–60 років – 39 осіб (39%), 60–75 років – 12 осіб (12%).

Аналіз томограм з товщиною зрізу у 0,2 мм після коректного позиціонування інтерактивних осей дозволив верифікувати MB2 канал в структурі перших лівих верхніх молярів у 68 осіб (68%). Поступове збільшення товщини зрізу призводило до наступних змін поширеності верифікації MB2 у структурі досліджуваної вибірки томограм: 0,2 мм – 68%, 0,4 мм – 62%, 0,6 мм – 56%, 0,8 мм – 52%, 1 мм – 50%, 1,2 мм – 44%, 2,0 мм – 30% (рис. 2).

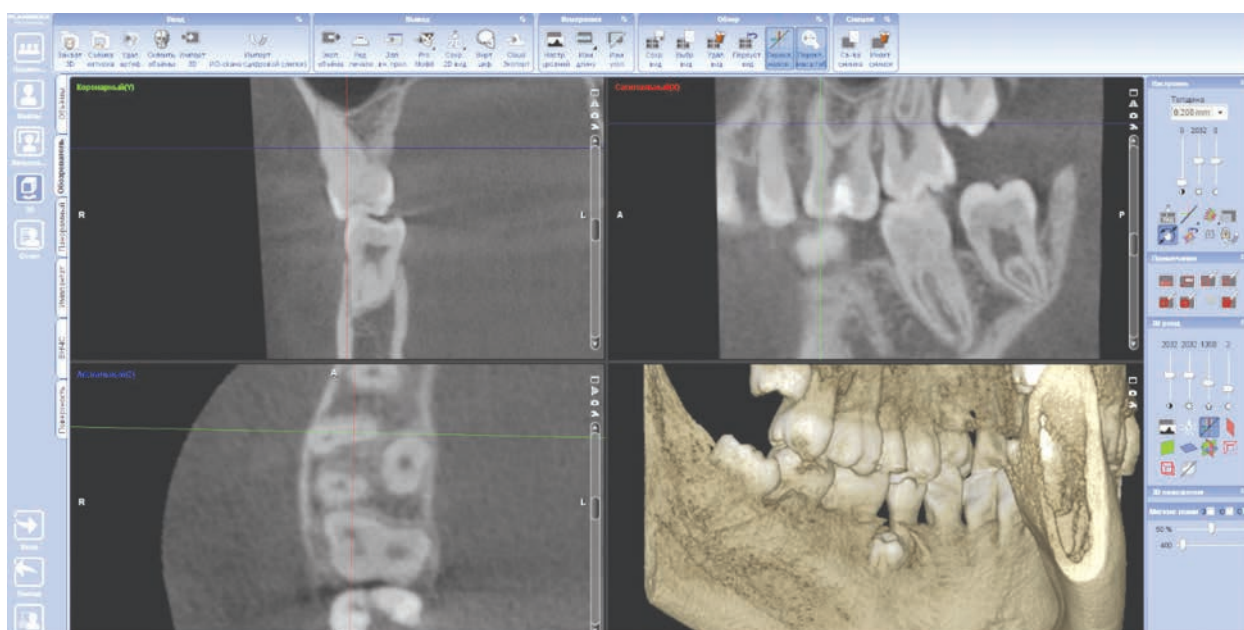


Рис. 1. Аналіз MB2 каналу з товщиною зрізу в 0,2 мм в програмному забезпеченні Planmeca Romexis® Viewer

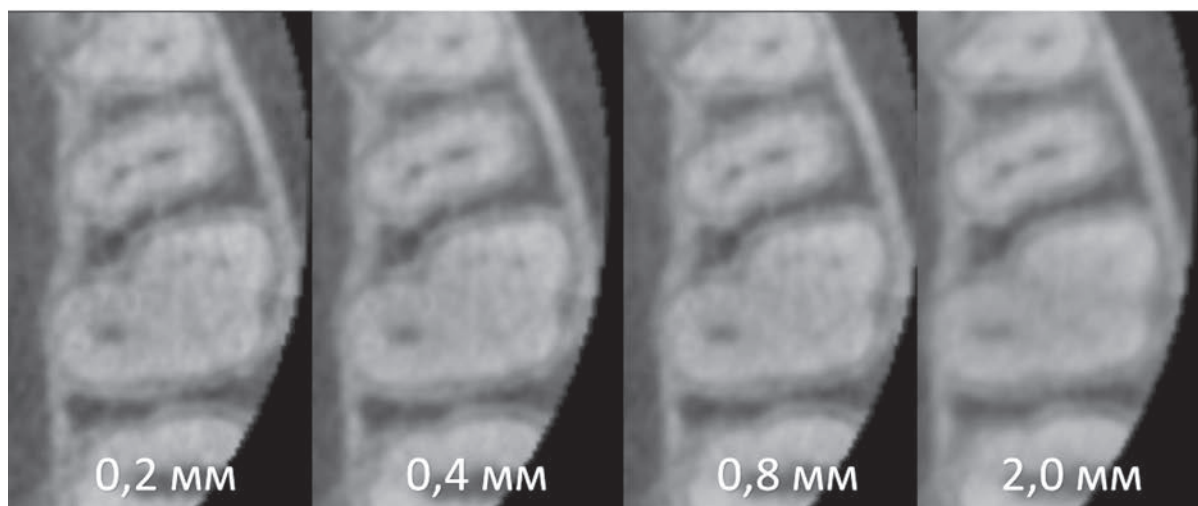


Рис. 2. Графічна репрезентація відмінностей можливості візуалізації MB2 каналу на зрізах різної товщини

Серед 68 пацієнтів, на томограмах котрих на вихідній товщині зрізу в 0,2 мм був верифікований MB2 канал 47,06% були представлені особами жіночої статі, в той час як 52,94% – особами чоловічої статі. Віковий розподіл пацієнтів з ідентифікованими MB2 каналами у структурі перших молярів верхньої щелепи характеризувався наступними показниками: до 25 років – 8 осіб (11,76%), 25-44 роки – 30 осіб (44,11%), 44-60 років – 25 осіб (36,76%), 60–75 років – 5 осіб (7,35%). По відношенню до вихідного обсягу кожної вікової групи, найбільшою частотою верифікації MB2 характеризувались пацієнти віком 25–44 роки – 83,3%, в порівнянні з якою поширеність ідентифікації другого мезіально-щічного каналу була виражено меншою у всіх інших групах, в яких вона сягала 61,54% у віковій підгрупі до 25 років, 64,10% у віковій групі 44–60 років та 41,66% у віковій підгрупі 60–75 років. Незалежно від приналежності пацієнта до різних вікових груп збільшення товщини зрізу при аналізі томограм провокувало аналогічну тенденцію до зменшення можливості верифікації мезіально-щічного каналу у структурі перших молярів, проте вираженість такої тенденції в найбільшій мірі була відмічена у віковій групі 60-75 років згідно обрахованого показника абсолютної редукції поширеності ідентифікації при переході товщини зрізу від 0,4 до 0,6 мм і далі. Аналогічна тенденція щодо взаємоасоціацій між розміром вокселя та частотою виявлення MB2 також була відмічена у дослідженні Mouzinho-Machado S. та колег (2021): менший розмір вокселя сприяв вищій точності детекції другого мезіо-щічного каналу, і розмір вокселя в 0,08 мм сприяв статистично кращій верифікації MB2

в порівнянні з розміром вокселя в 0,125 та 0,2 мм [13]. У іншому КПКТ-дослідженні було зазначено, що використання протоколу КПКТ з розміром вокселя в 0,3 мм є достатнім для верифікації MB2 каналу за умов відсутності пломбувального матеріалу в MB1 каналі, в протилежному випадку більш ефективним є КПКТ протокол з розміром вокселя в 0,2 мм, хоча такий пов'язаний з вищою дозою рентгенологічного опромінення [14]. *Ex vivo* дослідження підтвердило можливість коректної верифікації 60,1% випадків MB2 при розмірі вокселя в 0,4 мм, що тотожно результатам частоти ідентифікації MB2 у нашому дослідженні при аналогічній товщині зрізу [15].

У дослідженні Niebert V. та колег (2017) було встановлено, що поширеність MB2 за даними конусно-променевої комп'ютерної томографії складає 69%, що аналогічно даним отриманим у нашому дослідженні, крім того обидва дослідження характеризуються однаковим обсягом вибірок, хоча принципово відрізнялись по дизайну [16]. Поширеність MB2 відмічена у нашому дослідженні тотожна тій, що була описана у систематичному огляді Martins J. та колег від 2020 року, який базувався на аналізі 26 досліджень та пулу із 15285 перших молярів, проаналізованих на томограмах [7].

Попередньо авторами було відмічено, що клінічний пошук MB2 з використанням специфічних діагностичних підходів забезпечує верифікацію даного каналу у 78% клінічних випадків, а виконання КПКТ після неможливості клінічної верифікації каналу дозволяє ідентифікувати MB2 ще у 9% додаткових випадків [16]. Базуючись на отриманих результатах Niebert V. та колег (2017) аргументували високу ефективність клінічних

підходів до верифікації MB2, як методів вибору в ході ендодонтичного лікування, та доцільність виконання КПКТ лише при неуспішній реалізації клінічних прийомів, а не в якості першочергового методу діагностики [16]. У лабораторному дослідженні Bello M. та колег (2018) дослідники не виявили статистичної різниці щодо частоти детекції MB2 із застосуванням операційного мікроскопу та методу КПКТ в порівнянні із золотим стандартом (верифікації MB2 в ході поширеного розпилювання зубів) [17].

Використовуючи розмір вокселя в 0,25 мм і менше Faraj V.M. (2021) встановив, що поширеність MB2 у різних вікових групах статистично не відрізняється, хоча у віковій групі пацієнтів понад 60 років вона складала 30% [18]. Описаний результат аналогічний тому, який був відмічений і в нашому дослідженні, в якому найнижча частота верифікації MB2 також була відмічена у пацієнтів вікової групи 60-75 років і складала 41,66%. У мультицентричному дослідженні Martins J. та колег (2018) також була верифікована тенденція до нижчої поширеності виявлення MB2 каналу у пацієнтів старших 60 років [10].

В попередніх дослідженнях із цільовим застосуванням методу КПКТ для верифікації MB2 було відмічено, що частота ідентифікації такого серед осіб чоловічої статі була статистично вищою, ніж серед пацієнтів жіночої статі [18]. Аналогічну тенденцію також було відмічено і за результатами проведеного мета-аналізу [7]. Крім того було встановлено, що наявність MB2 у одному з молярів потенційно свідчить про вищу ймовірність його наявності і в сусідньому молярі, а також в молярі верхньої щелепи з симетричної сторони [19]. Проведений додатково аналіз перших молярів симетричних первинно-проаналізованим встановив наявність MB2 каналу у їх структурі у 76,47% пацієнтів (52 осіб) серед тих, в кого MB2 канал був верифікований у структурі першого постійного моляра зліва. При цьому варто відмітити, що зі 68 томограм, за даними котрих MB2 канал був ідентифікований в структурі верхніх лівих молярів, лише 10 томограм (14,71%) характеризувались обмеженою мінімальною ділянкою дослідження, що унеможливило аналіз зубів симетричних первинно досліджуваним.

Згідно результатів, отриманих в нашому дослідженні, статистично-значущої відмінності щодо поширеності MB2 каналу за даними КПКТ-зрізів у пацієнтів різної статі виявити не вдалося, що може бути обґрунтовано рандомізованим підходом до формування досліджуваної вибірки, і як результат

нерівномірністю розподілу досліджуваних об'єктів (MB2 каналів) серед пацієнтів жіночої та чоловічої статей. Хоча у клінічному дослідженні Suroora D. та колег (2015) також не вдалося виявити статистичної різниці між поширеністю MB2 серед пацієнтів жіночої та чоловічої статі із застосуванням для цього операційного мікроскопу та селективного препарування дентину [20].

Таким чином, результати проведеного дослідження корелюють із даними, висвітленими у попередніх публікаціях щодо поширеності MB2 каналу, і засвідчують частоту верифікації такого на рівні 68% у структурі перших молярів за даними аналізу КПКТ-зрізів пацієнтів досліджуваної вибірки. Збільшення товщини зрізу провокує зниження діагностичних можливостей щодо ідентифікації другого мезіо-щічного каналу, при цьому така тенденція характерна для томограм пацієнтів усіх вікових груп, але найзначиміше зниження частоти діагностики MB2 на томографічних зрізах відмічалось у віковій групі 60-75 років при переході товщини зрізу від 0,4 до 0,6 мм і далі. Приймаючи до уваги дані, наведені у попередньо-опублікованих дослідженнях, можна резюмувати, що клінічна доцільність використання методу КПКТ суто для верифікації MB2 є обмеженою та потребує уточнення з урахуванням додаткового променевого навантаження на пацієнта та того факту, що доступні клінічні прийоми для діагностики забезпечують достатню високу ефективність його ідентифікації. В той же час застосування КПКТ для діагностики MB2 може бути доцільним, якщо томографічне дослідження було проведене з інших обґрунтованих показів, або ж у випадках, коли клінічні підходи до діагностики та використання операційного мікроскопу не дозволили встановити положення устя та хід другого мезіо-щічного каналу в структурі перших молярів верхньої щелепи. Крім того, томографічний та макроскопічний аналізи, проведені Silveira L.F та колегами, продемонстрували, що візуалізація MB2 з використанням методу КПКТ не дозволяє в повній мірі об'єктивізувати анатомічну прохідність другого мезіально-щічного каналу та можливість його адекватного ендодонтичного лікування [21].

Висновки. Конусно-променева комп'ютерна томографія представляє собою достатньо ефективний метод для ідентифікації другого мезіо-щічного каналу в структурі молярів верхньої щелепи у дослідницьких цілях. За даними аналізу томографічних зрізів з товщиною в 0,2 мм поширеність MB2 серед стоматологічних пацієн-

тів різних вікових груп сягає 68%, характеризуючись порівняно однаковою частотою діагностики серед осіб чоловічої та жіночої статей. Зростання товщини зрізу від 0,2 мм до 2,0 мм провокує 2,26-кратне зменшення діагностичної можливості ідентифікації другого мезіо-щічного каналу у структурі першого моляра верхньої щелепи. Наявність MB2 у одному з перших молярів верхньої щелепи асоційовано з високим шансом наявності такого ж каналу у структурі симетричного зуба. Клінічна доцільність використання КПКТ суто для діагностики MB2 при проведенні цільового ендодонтичного лікування є обмеженою та потребує уточнення, враховуючи ризик необґрунтованого додаткового променевого навантаження на пацієнта.

Література:

1. Success or failure of endodontic treatments: A retrospective study / A.O. Santos-Junior, L.D.C. Pinto, J.F. Mateo-Castillo [et al.]. *Journal of conservative dentistry*. 2019. Vol 22(2). P. 129.
2. Fezai H., Al-Salehi S. The relationship between endodontic case complexity and treatment outcomes. *Journal of dentistry*. 2019. Vol. 85. P. 88-92.
3. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review / I. Prada, P. Micó-Muñoz, T. Giner-Lluesma [et al.]. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2019. Vol. 11(2). P. e185.
4. Missed canals in endodontically treated maxillary molars of a Brazilian subpopulation: prevalence and association with periapical lesion using cone-beam computed tomography / W.D. do Carmo, F.S. Verner, L. Aguiar [et al.]. *Clinical Oral Investigations*. 2021. Vol. 25. P. 2317-2323.
5. Impact of dental operating microscope, selective dentin removal and cone beam computed tomography on detection of second mesiobuccal canal in maxillary molars: A clinical study / K. Manigandan, P. Ravishankar, K. Sridevi [et al.]. *Indian Journal of Dental Research*. 2020. Vol. 31(4). P. 526.
6. Frequency of additional treatments in relation to the number of root filled canals in molar teeth in the Swedish adult population / M. Markvart, N. Tibbelin, M. Pigg [et al.]. *International Endodontic Journal*. 2021. Vol. 54(6). P. 826-833.
7. Second mesiobuccal root canal in maxillary molars—a systematic review and meta-analysis of prevalence studies using cone beam computed tomography / J.M. Martins, D. Marques, E. J. N. L. Silva [et al.]. *Archives of oral biology*. 2020. Vol. 113. P. 104589.
8. Keskin C., Keleş A., Versiani M. A. Mesiobuccal and palatal interorifice distance may predict the presence of the second mesiobuccal canal in maxillary second molars with fused roots. *Journal of Endodontics*. 2021. Vol. 47(4). P. 585-591.
9. Validity of the dental operating microscope and selective dentin removal with ultrasonic tips for locating the second mesiobuccal canal (MB2) in maxillary first molars: An in vivo study / L.A. Camacho-Aparicio, S.A. Borges-Yañez, D. Estrada [et al.]. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2022. Vol. 14(6). P. e471.
10. Worldwide analyses of maxillary first molar second mesiobuccal prevalence: a multicenter cone-beam computed tomographic study / J.N. Martins, M.B.A. Alkawas, Z. Altaki [et al.]. *Journal of Endodontics*. 2018. Vol. 44 (11). P. 1641-1649.
11. Detection of second mesiobuccal canals in maxillary first molars of the Indian population—a systematic review and meta-analysis / S. Anirudhan, C. Suneelkumar, H. Uppalapati [et al.]. *Evidence-Based Dentistry*. 2022. P. 1-10.
12. Association between second mesiobuccal canal and apical periodontitis in retrospective cone-beam computed tomographic images / G. Colakoglu, I. Kaya Buyukbayram, M.A. Elcin [et al.]. *Australian Endodontic Journal*. 2022.
13. Influence of voxel size and filter application in detecting second mesiobuccal canals in cone-beam computed tomographic images / S. Mouzinho-Machado S., L.D. P.L. Rosado, F. Coelho-Silva [et al.]. *Journal of Endodontics*. 2021. Vol. 47(9). P. 1391-1397.
14. CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB 2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling / M.B. Vizzotto, P.F. Silveira, N.A. Arús [et al.]. *International endodontic journal*. 2013. Vol. 46(9). P. 870-876.
15. Ex vivo detection of mesiobuccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions / R. Bauman, W. Scarfe, S. Clark, S. [et al.]. *International endodontic journal*. 2011. Vol. 44(8). P. 752-758.
16. Prevalence of second mesiobuccal canals in maxillary first molars detected using cone-beam computed tomography, direct occlusal access, and coronal plane grinding / B.M. Hiebert, K. Abramovitch, D. Rice [et al.]. *Journal of endodontics*. 2017. Vol. 43(10). P. 1711-1715.
17. Diagnostic efficacy of four methods for locating the second mesiobuccal canal in maxillary molars / M.D.C. Bello, C. Tibúrcio-Machado, C. D. Londero [et al.]. *Iranian Endodontic Journal*. 2018. Vol. 13(2). P. 204.
18. Faraj B. M. The frequency of the second mesiobuccal canal in maxillary first molars among a sample of the Kurdistan Region-Iraq population—A retrospective cone-beam computed tomography evaluation. *Journal of Dental Sciences*. 2021. Vol. 16(1). P. 91-95.
19. Xu Y. Q., Lin J. Q., Guan W. Q. Cone-beam computed tomography study of the incidence and characteristics of the second mesiobuccal canal in maxillary permanent molars. *Frontiers in Physiology*. 2022. Vol. 13. P. 2304.
20. Frequency of second mesiobuccal canal in permanent maxillary first molars using the operating microscope and selective dentin removal: A clinical study / S. Das, M.M. Warhadpande, S.A. Redij [et al.]. *Contemporary clinical dentistry*. 2015. Vol. 6(1). P. 74.

21. Location and negotiability of second mesiobuccal canal in upper molar by tomographic and anatomical macroscopic analysis / L.F.M. Silveira, M.M. Marques, R.K. da Costa [et al.]. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2013. Vol. 35. P. 791-795.

References:

- Santos-Junior, A. O., Pinto, L. D. C., Mateo-Castillo, J. F., & Pinheiro, C. R. (2019). Success or failure of endodontic treatments: A retrospective study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 22(2), 129.
- Fezai, H., & Al-Salehi, S. (2019). The relationship between endodontic case complexity and treatment outcomes. *Journal of dentistry*, 85, 88-92.
- Prada, I., Micó-Muñoz, P., Giner-Lluesma, T., Micó-Martínez, P., Muwaquet-Rodríguez, S., & Albero-Monteagudo, A. (2019). Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 11(2), e185.
- do Carmo, W. D., Verner, F. S., Aguiar, L. M., Visconti, M. A., Ferreira, M. D., Lacerda, M. F. L. S., & Junqueira, R. B. (2021). Missed canals in endodontically treated maxillary molars of a Brazilian subpopulation: prevalence and association with periapical lesion using cone-beam computed tomography. *Clinical Oral Investigations*, 25, 2317-2323.
- Manigandan, K., Ravishankar, P., Sridevi, K., Keerthi, V., Prashanth, P., & Kumar, A. R. P. (2020). Impact of dental operating microscope, selective dentin removal and cone beam computed tomography on detection of second mesiobuccal canal in maxillary molars: A clinical study. *Indian Journal of Dental Research*, 31(4), 526.
- Markqvist, M., Tibbelin, N., Pigg, M., EndoReCo, & Fransson, H. (2021). Frequency of additional treatments in relation to the number of root filled canals in molar teeth in the Swedish adult population. *International Endodontic Journal*, 54(6), 826-833.
- Martins, J. N., Marques, D., Silva, E. J. N. L., Caramês, J., Mata, A., & Versiani, M. A. (2020). Second mesiobuccal root canal in maxillary molars—a systematic review and meta-analysis of prevalence studies using cone beam computed tomography. *Archives of oral biology*, 113, 104589.
- Keskin, C., Keleş, A., & Versiani, M. A. (2021). Mesiobuccal and palatal interorifice distance may predict the presence of the second mesiobuccal canal in maxillary second molars with fused roots. *Journal of Endodontics*, 47(4), 585-591.
- Camacho-Aparicio, L. A., Borges-Yáñez, S. A., Estrada, D., Azcárraga, M., Jiménez, R., & González-Plata-R, R. (2022). Validity of the dental operating microscope and selective dentin removal with ultrasonic tips for locating the second mesiobuccal canal (MB2) in maxillary first molars: An in vivo study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 14(6), e471.
- Martins, J. N., Alkhawas, M. B. A., Altaki, Z., Bellardini, G., Berti, L., Boveda, C., ... & Ginjeira, A. (2018). Worldwide analyses of maxillary first molar second mesiobuccal prevalence: a multicenter cone-beam computed tomographic study. *Journal of Endodontics*, 44(11), 1641-1649.
- Anirudhan, S., Suneelkumar, C., Uppalapati, H., Anumula, L., & Kirubakaran, R. (2022). Detection of second mesiobuccal canals in maxillary first molars of the Indian population—a systematic review and meta-analysis. *Evidence-Based Dentistry*, 1-10.
- Colakoglu, G., Kaya Buyukbayram, I., Elcin, M. A., Garip Berker, Y., & Ercalik Yalcinkaya, S. (2022). Association between second mesiobuccal canal and apical periodontitis in retrospective cone-beam computed tomographic images. *Australian Endodontic Journal*.
- Mouzinho-Machado, S., Rosado, L. D. P. L., Coelho-Silva, F., Neves, F. S., Haiter-Neto, F., & de-Azevedo-Vaz, S. L. (2021). Influence of voxel size and filter application in detecting second mesiobuccal canals in cone-beam computed tomographic images. *Journal of Endodontics*, 47(9), 1391-1397.
- Vizzotto, M. B., Silveira, P. F., Arús, N. A., Montagner, F., Gomes, B. P. F. A., & Silveira, H. D. (2013). CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB 2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. *International endodontic journal*, 46(9), 870-876.
- Bauman, R., Scarfe, W., Clark, S., Morelli, J., Scheetz, J., & Farman, A. (2011). Ex vivo detection of mesiobuccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. *International endodontic journal*, 44(8), 752-758.
- Hiebert, B. M., Abramovitch, K., Rice, D., & Torabinejad, M. (2017). Prevalence of second mesiobuccal canals in maxillary first molars detected using cone-beam computed tomography, direct occlusal access, and coronal plane grinding. *Journal of endodontics*, 43(10), 1711-1715.
- Bello, M. D. C., Tibúrcio-Machado, C., Londero, C. D., Barletta, F. B., Moreira, C. H. C., & Pagliarin, C. M. L. (2018). Diagnostic efficacy of four methods for locating the second mesiobuccal canal in maxillary molars. *Iranian Endodontic Journal*, 13(2), 204.
- Faraj, B. M. (2021). The frequency of the second mesiobuccal canal in maxillary first molars among a sample of the Kurdistan Region-Iraq population—A retrospective cone-beam computed tomography evaluation. *Journal of Dental Sciences*, 16(1), 91-95.
- Xu, Y. Q., Lin, J. Q., & Guan, W. Q. (2022). Cone-beam computed tomography study of the incidence and characteristics of the second mesiobuccal canal in maxillary permanent molars. *Frontiers in Physiology*, 13, 2304.
- Das, S., Warhadpande, M. M., Redij, S. A., Jibhkate, N. G., & Sabir, H. (2015). Frequency of second mesiobuccal canal in permanent maxillary first molars using the operating microscope and selective dentin removal: A clinical study. *Contemporary clinical dentistry*, 6(1), 74.
- Silveira, L. F. M., Marques, M. M., da Costa, R. K., Martos, J., & Lorenzi, A. (2013). Location and negotiability of second mesiobuccal canal in upper molar by tomographic and anatomical macroscopic analysis. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 35, 791-795.